
QUESTIONANDO A DIDÁTICA DE RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS: ELABORAÇÃO DE UM MODELO ALTERNATIVO

Daniel Gil

Joaquín Martínez Torregrosa

Lorenzo Ramírez

Departamento de Didática das Ciências

Universitat de Valencia

Andrée Dumas Carrée

Monique Gofard

Lirest - Université de Paris VII

Anna M. Pessoa de Carvalho

Faculdade de Educação-USP

Um exemplo de como se pode planejar uma crítica fundamentada do ensino habitual e do pensamento docente espontâneo, e de como conseguir a participação dos professores na construção de propostas alternativas.

Descrevemos neste artigo o processo seguido em seminários sobre resolução de problemas, colocados como sessões de trabalho para um número de professores similar ao de alunos em uma aula de ensino médio. Tentaremos mostrar assim que este trabalho - que aprofunda ensaios precedentes (Gil, 1987; Gil, Martínez Torregrosa y Senent, 1988; Garrett, Satterly, Gil y Martínez Torregrosa, 1990; Gil, Dumas-Carré, Caillot y Martínez Torregrosa, 1990) - torna possível a colocação em questão da didática habitual de resolução de problemas e a elaboração fundamentada de propostas mais efetivas.

Como se poderá constatar, a estratégia seguida nestas atividades de formação de professores possui a mesma orientação que as propostas construtivistas recomendam para a aprendizagem dos alunos, tanto por razões de coerência como de eficácia. De fato, para produzir uma efetiva mudança didática, cada aspecto fundamental do processo de ensino/aprendizagem deve ser abordado em profundidade, segundo orientações construtivistas como as que aqui são expostas a título de exemplo (Gil e Pessoa).

I. Provocando o questionamento

Quando se pergunta ao professor em atuação quais podem ser as causas do fracasso generalizado na resolução de problemas de Física, raramente expõem razões que culpem a própria didática empregada. Convém, pois, que umas das primeiras atividades a realizar conduza, precisamente, a pôr em questão tal didática, a fazer sentir “na própria carne” as deficiências do ensino habitual de resolução de problemas. Propomos para isso o pequeno exercício seguinte, cuja realização favorece uma fecunda discussão posterior.

Um objeto se move ao longo de sua trajetória segundo a equação:

$$E = 25 + 40 t - 5t^2 \text{ (E em m, t em s).}$$

Que distância percorrerá em 5 s?

Quando se propõe esta atividade em um curso para professores de Física e Química em exercício, quase todos os assistentes “resolvem” rapidamente o exercício, dando como resposta, em geral, 100m ou 75m. Sem entrar na discussão desta discrepância, propomos que calculem a distância percorrida pelo mesmo móvel em 6 segundos. Os resultados obtidos agora (85m para quem antes obteve 100m e 60m para quem obteve 75m) mostram claramente que “algo vai mal” (o móvel não pode ter percorrido, em maior tempo, menor distância). Estes são os resultados habitualmente obtidos por alunos e também, repetimos, por muitos professores. A resolução deste aparente enigma é, por suposição, sensível: traz uma pequena reflexão, os assistentes (e também os alunos em suas classes) compreendem que a equação $E = 25 + 40 t - 5t^2$ corresponde ao movimento de um objeto que avança com velocidade decrescente até parar e começar a retroceder. Obtêm, assim, os resultados corretos, que são 85m para os 5s (80 m para frente e 5m para trás) e 100m para os 6s (80 m para frente e 20m para trás).

Mas o que nos interessa aqui é refletir sobre o fato de que um problema tão sensível conduza a resultados errôneos de forma muito generalizada. Convém, pois, proceder a uma reflexão/discussão em torno dele:

A que se deve atribuir resultados errôneos tão generalizados em um problema como o anterior? O que podem indicar? O que sugerem?

Os resultados do exercício que acabamos de comentar atuam na forma de “tomada de consciência” e conduzem a um debate intenso, que põe em questão a atividade do próprio professor. Faz-se referência assim, entre outras, às seguintes características da orientação dada habitualmente à resolução de problemas:

A falta de uma prévia discussão qualitativa, ou, dito de outro modo, o operativismo mecânico com que se abordam habitualmente os problemas, inclusive pelos mesmos professores. Convém recordar a este respeito as palavras de EINSTEIN: “Nenhum cientista pensa com fórmulas”. Antes que o físico comece a calcular deve ter em seu cérebro o curso dos raciocínios. Estes últimos, na maioria dos casos, podem ser expostos com palavras sensíveis. Os cálculos e as fórmulas constituem o passo seguinte. Sem exagero, insistimos, a didática habitual de resolução de problemas costuma estimular a um operativismo abstrato, carente de significado, que pouco pode contribuir a uma aprendizagem significativa. Um tratamento superficial que não se detém na clarificação dos conceitos.

Assim, no problema considerado, produzem-se evidentes confusões entre distância à origem, deslocamento e distância percorrida. E não se trata de uma questão puramente terminológica de escassa importância, mas indica, repetimos um tratamento superficial que pouco pode favorecer uma autêntica compreensão dos conceitos. Mais ainda: abordam-se quase exclusivamente situações que favorecem as confusões. No caso em questão, por exemplo, a maior parte dos problemas sobre móveis toma como sistema de referência (explícita ou, mais comumente, implicitamente) o ponto e instante em que o movimento se inicia e sentido positivo o do movimento, com o qual o espaço "E" (distância à origem) coincide com o deslocamento; se além disto não existe retorno, o valor da distância percorrida também coincide. A repetição de exemplos em que isto ocorre leva não somente confundir os conceitos mas, inclusive, a fazer “desnecessária” a atenção ao sistema de referência. O caráter relativo de todo movimento é assim escamoteado, negado na prática, por muito que se tenha insistido nele teoricamente. E é necessário ter presente que este costume de absolutizar o movimento, tomando sempre como referência implícita o ponto e instante de onde parte o móvel, corresponde a tendências profundamente arraigadas no aluno centrar todo o estudo em si mesmo, em sua própria experiência, generalizando-a acriticamente. (Piaget, 1970).

Deste modo, os problemas, ao invés de contribuírem para uma aprendizagem significativa, ajudando a romper com visões confusas, favorecem seu desenvolvimento. E ele ocorre inclusive - ou melhor, sobretudo - quando se chega a resultados corretos. Pensemos nos numerosos exercícios sobre queda de “graves” que são realizados e que os alunos chegam a fazer quase com os olhos fechados: isto não impede que continuem pensando que “um corpo com o dobro de massa cairá na metade do tempo”. Ou seja, os problemas “corretamente” resolvidos não têm permitido questionar a idéia ingênua da influência da massa.

Em resumo: os problemas em vez de serem ocasião privilegiada para construir e aprofundar os conhecimentos, se convertem em reforço de erros conceituais e metodológicos (retornaremos a estas questões na seção seguinte, dedicada à aprendizagem de conceitos). Poder-se-ia pensar que existe muito exagero nestas

conclusões; mas basta se referir às abundantes análises realizadas sobre os problemas resolvidos nos textos, ou pelos professores, para constatar que o operativismo, o tratamento superficial - sem sequer análise de resultados - é realmente muito generalizado entre os mesmos professores (Bullejos, 1983; Gil e Martinez Torregrosa, 1984). A discussão anterior motiva, pois, que os professores "tomem consciência" das deficiências da didática habitual da resolução de problemas e compreendam a necessidade de um replanejamento em profundidade da mesma.

II. Necessidade de um replanejamento em profundidade

As maiores dificuldades que o desenvolvimento de uma ciência encontra são derivadas de suposições implícitas, aceitas sem nenhum questionamento, escapando assim da crítica. Em tais casos se impõe, como reiteradamente a história da ciência tem mostrado, um replanejamento em profundidade que analise criticamente até o mais óbvio. No que se refere à didática de resolução de problemas, ele supõe descer até a clarificação do problema. Esta é, pois, a atividade que propomos agora aos grupos de trabalho:

O QUE ENTENDEMOS POR PROBLEMA?

Tem se assinalado com freqüência (Krulik e Rudnik, 1980; Prendergat, 1986) que os investigadores na resolução de problemas de lápis e papel não apenas se perguntariam o que é um problema -o que a nosso entender constitui uma das limitações de suas investigações -, mas existe um acordo geral, entre aqueles que têm abordado a questão, em caracterizar como problema aquelas situações difíceis, para as quais não existem soluções fechadas. A definição de Krulik e Rudnik (1980) resume este consenso: "Um problema é uma situação, quantitativa ou não, que pede uma solução para a qual os indivíduos implicados não conhecem meios ou caminhos evidentes para obtê-la". Esta mesma idéia aparece indiretamente quando se fala de resolução de problemas. Assim Polya (1980) assinala que "resolver um problema consiste em encontrar um caminho previamente não conhecido, encontrar uma saída para uma situação difícil, para vencer um obstáculo, para alcançar um objetivo desejado que não pode ser imediatamente alcançado por meios adequados". Alguns autores insistem justamente no fato de que a existência de dificuldades não é uma característica intrínseca de uma situação e que depende também dos conhecimentos, experiência, etc., do resolvente (Garrett 1987). Neste sentido Elshout (1985) desenvolveu a idéia de "umbral de problematicidade" diferente para cada pessoa e por cima do qual se pode considerar que uma situação se constitui um verdadeiro problema para as pessoas implicadas.

Existe nessas idéias de problema e umbral de problematicidade uma primeira fonte para a compreensão dos resultados tão negativos alcançados no ensino habitual. Nós colocaremos assim a relação entre tais idéias sobre o que são os problemas e o que se faz em classe:

EM QUE MEDIDA AS EXPLICAÇÕES DOS PROBLEMAS FEITAS PELOS PROFESSORES OU EXPOSTAS NOS LIVROS TEXTO ESTÃO DE ACORDO COM SUA NATUREZA DE TAREFA DESCONHECIDA PARA A QUAL, DE INÍCIO NÃO SE POSSUI SOLUÇÃO?

A discussão propiciada por esta atividade põe totalmente em questão a prática docente habitual; destaca-se, com efeito, que os “problemas” são explicados como algo que se sabe fazer, como algo cuja solução se conhece e que não gera dúvidas nem exige tentativas: o professor conhece a situação - para ele não é um problema - e a explica linearmente, “com toda clareza”, conseqüentemente os alunos podem aprender tal solução e repeti-la ante situações idênticas, mas não aprendem a abordar um verdadeiro problema e qualquer mudança lhes impõe dificuldades insuperáveis, provocando o abandono. Definitivamente, esta discussão em torno do que se entende por problema permite realizar uma crítica mais profunda da didática habitual. Pode-se agora dar um passo a mais e expor:

SE UM PROBLEMA É UMA SITUAÇÃO PARA A QUAL NÃO SE TEM RESPOSTA ELABORADA, COMO SE DEVERIA ENFOCAR SUA RESOLUÇÃO?

Aceitando-se a idéia de que todo problema é uma situação ante a qual se está inicialmente perdido, uma possível orientação consistiria em se perguntar: Que fazem os cientistas nestes casos? Com isso planejamos concretamente o que é que fazem os cientistas diante do que para eles constitui um verdadeiro problema e não ante um enunciado de lápis e papel como os que se incluem nos livros textos. Pode-se esperar efetivamente, que diante de problemas de lápis e papel os cientistas - que são comumente professores - adotem atitudes características do ensino habitual e considerem os problemas como situações que se deve saber resolver e não como verdadeiros problemas. Neste sentido, os estudos feitos sobre a maneira com que os “experts” abordam os problemas de lápis e papel estariam todavia muito longe do que se supõe enfrentar em um verdadeiro problema. É, pois, mais útil perguntar-se o que é que os cientistas fazem quando têm que se haver com autênticos problemas para eles. A resposta neste caso é “simplesmente” que... se comportam como investigadores. E se é verdade que expressões como investigação, metodologia científica ou método científico (com ou sem maiúsculas) não têm uma significação unívoca

clara, traduzível em etapas precisas, resulta sem dúvida que o tratamento científico de um problema possui características gerais que deveriam ser levadas em conta também nos problemas de lápis e papel; cabe, pois perguntar-se qual a razão de que tal não ocorra:

O QUE NOS ENUNCIADOS HABITUAIS DIFICULTA UM TRATAMENTO CIENTÍFICO DOS PROBLEMAS E DEIXA PARTICULARMENTE SEM SENTIDO A TAREFA FUNDAMENTAL DE EMISSÃO DE HIPÓTESES?

O passo agora não é certamente fácil; mas o fio condutor seguido até aqui permite conceber que a inclusão dos dados no enunciado como ponto de partida, respondendo a concepções indutivistas, orienta a resolução através do manejo de determinadas magnitudes sem que ela responda a uma reflexão qualitativa, nem as subseqüentes hipóteses. Deste modo, ao resolver um problema, o aluno se vê obrigado a buscar aquelas equações que relacionem os dados e incógnitas proporcionados no enunciado, caindo assim em um puro operativismo. Não basta, pois, denunciar tal operativismo: trata-se de torná-lo impossível atacando suas causas. A compreensão de que a presença dos dados no enunciado, assim como a indicação de todas as condições existentes-tudo isto como ponto de partida- responde a concepções indutivistas e orienta incorretamente a resolução, constitui um passo essencial no desbloqueio do ensino habitual de problemas e suas limitações. Mas ao mesmo tempo gera desconforto, porque choca com a prática reiterada, como o que “sempre” se tem feito. Um enunciado sem dados não será algo excessivamente ambíguo frente ao qual os alunos acabem se extraviando? A ambigüidade ou, dito com outras palavras, as situações abertas não são por acaso uma característica essencial das situações genuinamente problemáticas? E não é também uma das tarefas fundamentais do trabalho científico abordar os problemas abertos, impor condições simplificadoras?

Duas dificuldades devem ser apontadas durante esta discussão: a primeira se refere à possibilidade de eliminar os dados e precisões dos enunciados habituais e construir enunciados mais abertos capazes de gerar uma resolução de acordo com as características do trabalho científico. A este respeito, o trabalho realizado em numerosos cursos de aperfeiçoamento de professores tem permitido constatar que os enunciados habituais são “traduzíveis” sem dificuldades. Assim, por exemplo, o enunciado:

“Sobre um móvel de 5000 kg que se desloca com uma velocidade de 20 m/s, atua uma força de freamento de 10000 N. Que velocidade terá 75 m após ter começado a frear?”

Pode ser transformado para uma situação mais aberta e que não assinale quais são as magnitudes relevantes, como a seguinte:

Um carro começa a frear ao ver a luz amarela, que velocidade terá no semáforo?

Por suposição, são possíveis distintos enunciados, distintas situações problemáticas, mais ou menos abertas; assim, o problema anterior pode dar lugar, entre outros muitos, a este enunciado que, aparentemente diferente, coloca uma situação muito similar:

O trem vai bater na pedra que se encontra no meio dos trilhos?

De fato, quando se coloca a vários grupos a tradução de um mesmo enunciado tradicional, se obtém distintas propostas de situações problemáticas, em geral igualmente válidas. Em qualquer caso interessa destacar que estas traduções não implicam em dificuldades maiores e que qualquer enunciado habitual é transformável em situação problemática (Gil e Martinez Torregrosa, 1987). Por outra parte, subsiste a questão de como orientar os alunos a abordarem tais situações, pois não basta, obviamente, confrontá-los com enunciados sem dados para uma atividade ter êxito:

QUE ORIENTAÇÕES DEVERÍAM SER PROPORCIONADAS AOS ALUNOS PARA FACILITAR A ABORDAGEM DE SITUAÇÕES PROBLEMÁTICAS ABERTAS?

III. A resolução de problemas como investigação

A questão de quais orientações proporcionar aos alunos para abordar a resolução de problemas sem dados (nos quais já não é possível o simples jogo de dados, fórmulas e incógnitas) leva os grupos de professores participantes de um seminário, como o que estamos descrevendo, a elaborarem propostas basicamente coincidentes com as enunciadas abaixo e que, em conjunto, supõe um modelo de resolução de problemas como investigação (Gil e Martinez Torregrosa, 1983):

III.1 Considerar qual pode ser o interesse da situação problemática abordada.

Caso se deseje romper com planejamentos excessivamente escolares, que não possuem a orientação investigativa que aqui se propõe, é absolutamente necessário evitar que os alunos se vejam envolvidos no tratamento de uma situação sem ter podido sequer formar uma primeira idéia motivadora.

Esta discussão prévia do interesse da situação problemática, além de proporcionar uma concepção preliminar e de favorecer uma atitude mais positiva em relação à tarefa, permite uma aproximação funcional às relações Ciência/Tecnologia/Sociedade que continuam sendo, reconhecida sua importância, um dos aspectos mais geralmente esquecidos.

III.2 Começar por um estudo qualitativo da situação, tentando abordar e definir de maneira precisa o problema, explicitando as condições que se consideram reinantes etc.

Cabe destacar que isto é o que habitualmente os experts realizam ante um verdadeiro problema e o que em ocasiões se recomenda, sem demasiado êxito. Mas os alunos agora são obrigados a realizar a análise qualitativa: não podem evitá-la, tentando operar com dados e incógnitas, porque não dispõem destes. Têm que, necessariamente, imaginar a situação física, tomar decisões para “abordar” tal situação, explicitar o que se quer determinar, etc.

III.3 Emitir hipóteses fundadas sobre os fatores dos quais podem depender a grandeza buscada e sobre a forma desta dependência imaginando em particular casos limites de fácil interpretação física.

Existe um consenso geral entre os epistemólogos sobre o papel central da hipótese no tratamento de verdadeiros problemas (Chalmers, 1982). De certa forma, pode-se dizer que o sentido da orientação científica - deixando de lado toda idéia de “método” - se encontra na mudança de um raciocínio baseado em “evidências”, a um raciocínio em termos de hipóteses, mais criativo (é necessário ir mais além do que parece evidente e imaginar novas possibilidades) e mais rigoroso (é necessário fundamentar e depois submeter, cuidadosamente, as hipóteses à prova, duvidar do resultado, buscar a coerência global). Assim, são as hipóteses que focalizam e orientam a resolução, as que indicam os parâmetros a levar em conta (os dados a buscar). E são as hipóteses - e a totalidade do corpo de conhecimentos em que se baseiam - o que permitirão analisar os resultados e todo o processo. Definitivamente, sem hipóteses uma investigação não pode ser senão ensaio e erro, deixa de ser uma investigação científica.

Poder-se-ia pensar que é inútil insistir aqui nestas idéias tão conhecidas, mas desgraçadamente é preciso reconhecer que se o papel das hipóteses é levado em

consideração apenas nas práticas de laboratório, no que se refere aos problemas de lápis e papel a questão sequer é colocada. Os problemas sem dados no enunciado, como os que propomos, obrigam os alunos a fazer hipóteses, a imaginar quais devem ser os parâmetros pertinentes e de que forma intervêm. Assim, por exemplo, em um problema como “se um automóvel começa a frear ao ver a luz amarela, qual a sua velocidade ao chegar à passagem de pedestres?”, não se trata somente de destacar a influência da força de freios, massa do automóvel, a que distância se encontrava inicialmente da passagem de pedestres e a velocidade que possuía, mas sim de prever a forma destas relações e, repetimos, considerar possíveis casos limites. Os alunos, assim, se aprofundam na situação física, chegando a imaginar, por exemplo, que “se a força dos freios fosse nula, a velocidade continuaria sendo a inicial”, etc., etc..

É certo também que em ocasiões, inclusive comuns, os alunos introduzem idéias “errôneas” quando formulam hipóteses. Por exemplo, quando se pede qual será a altura máxima que chegará uma pedra lançada para cima, muitos alunos pensam na massa do objeto como uma variável pertinente. Mas isto, antes de ser negativo, constitui talvez a melhor maneira de trazer à luz e tratar tais idéias (que serão negadas pelos resultados obtidos): cada vez que os alunos abordam uma situação problemática na qual intervêm uma queda de “graves”, suas idéias acerca da influência da massa podem reaparecer como hipóteses e serem tratadas; por outro lado, a resolução de dezenas de exercícios habituais sobre este mesmo tema não impede que uma importante porcentagem de alunos de segundo grau e inclusive estudantes universitários continuem considerando como “evidente” que um corpo com o dobro da massa de outro cairá na metade do tempo gasto pelo primeiro.

III.4 Elaborar e explicar possíveis estratégias de resolução antes de proceder a esta, evitando o puro ensaio e erro. Buscar distintos modos de resolução para possibilitar a contrastação dos resultados obtidos e mostrar a coerência do corpo de conhecimentos de que se dispõe.

Se o corpo de conhecimentos de que dispõe o aluno tem, como vimos, um papel essencial nos processos de resolução, desde a representação inicial do problema e a maneira de modelar a situação, desde as hipóteses que se colocam, é sem dúvida na busca de caminhos de resolução onde seu papel fica mais evidente. Com efeito, os problemas de lápis e papel são situações abordadas quando se dispõe de um corpo de conhecimento suficientemente elaborado para permitir a resolução: seu status nos livros textos é o de problemas de “aplicação”. São, em decorrência, situações que podem ser resolvidas com os conhecimentos já elaborados, sem que haja necessidade de novas verificações experimentais, e portanto lógico e correto que, na literatura sobre resolução de problemas de lápis e papel, se de muita importância a um bom conhecimento teórico. Já não resulta tão correto que se interprete o

fracasso na resolução como evidência da falta desses conhecimentos teóricos: duvida-se assim que as estratégias de resolução não derivam automaticamente dos princípios teóricos, mas que são também tentativas de construções, que partem do planejamento realizado, das hipóteses formuladas e dos conhecimentos que se possuem no domínio particular, mas que exigem imaginação e ensaios. As estratégias de resolução são, de certa forma, o equivalente aos delineamentos experimentais nas investigações que incluem uma contrastação experimental e tem-se que encará-las como uma tarefa aberta. Por isso é conveniente buscar vários caminhos de resolução, o que além de facilitar a contrastação dos resultados pode contribuir para mostrar a coerência do corpo de conhecimentos.

III.5 Realizar a resolução verbalizando ao máximo, fundamentando o que se faz e evitando, uma vez mais, operativismos carentes de significação física.

A pertinência de um planejamento prévio das estratégias de resolução está dirigida para evitar uma atividade próxima do simples “ensaio e erro”, mas que não pretende impor um - processo rígido: os alunos (e os cientistas) concebem ocasionalmente as estratégias de resolução à medida em que avançam, não estando isentos de ter que voltar atrás e buscar outro caminho. Em todo o caso, é necessário que a resolução esteja fundamentada e claramente explicada - previamente ou à medida em que se avança - o que exige verbalização e se afasta dos tratamentos puramente operativos, sem nenhuma explicação, que se encontram muito comumente nos livros texto. Ele exige também uma resolução literal até o final, o que permite que o tratamento se mantenha próximo aos princípios trabalhados e facilitará, além disto, a análise dos resultados. Como indicam Jansweijer et. al. (1987), “quando a tarefa é um verdadeiro problema, as dificuldades e as revisões são inevitáveis”, isto é facilitado por uma resolução literal em que os fatores considerados como pertinentes aparecem explicitamente e se pode reconhecer os princípios aplicados, o que não ocorre, obviamente, no caso de uma resolução numérica.

III.6 Analisar cuidadosamente os resultados à luz das hipóteses elaboradas e, em particular, dos casos limites considerados.

A análise dos resultados constitui um aspecto essencial na abordagem de um verdadeiro problema e supõe, sobretudo, sua contradição com relação às hipóteses emitidas e ao corpo de conhecimentos. Neste ponto de vista, adquirem pleno sentido propostas como a que Reif (1983) denomina “verificação da consistência interna”:

- “É razoável o valor da resposta?”

“A resposta depende, qualitativamente, dos parâmetros do problema no sentido que caberia esperar?”

-“A resposta se ajusta ao que se poderia esperar em situações sensíveis e especiais (por exemplo, às correspondentes a valores extremos das variáveis)?”

-“Pode-se obter a mesma resposta por outro meio diferente de resolução?”

É importante constatar até que ponto o processo de análise dos resultados, preconizado por Reif no texto precedente, se ajusta a uma verificação de hipóteses avançadas ao princípio da resolução para orientá-la e dirigir a busca dos dados necessários - as variáveis pertinentes -no lugar de pedir que “se reconheçam” no enunciado como ponto de partida. Pergunta-se, mais uma vez, por que esse passo lógico e aparentemente tão sensível não tem sido dado nem por Reif, nem por outros autores. Em nossa opinião, a razão estaria no fato de aceitar, sem questionar, o tipo habitual de enunciado e a orientação didática associada ao mesmo, que consiste em “desproblematizar” os problemas.

Acrescentamos que, da mesma forma como ocorre numa verdadeira investigação, os resultados podem ser origem de novos problemas. Seria conveniente que os alunos (e os professores) chegassem a considerar esse aspecto como uma das derivações mais interessantes da resolução de problemas, pondo novamente em jogo sua criatividade. Trataria, pois, de incluir uma sétima atividade no tratamento de problemas:

III.7 Considerar as perspectivas abertas pela investigação realizada contemplando, por exemplo, o interesse de abordar a situação em um nível de maior complexidade ou considerando suas implicações teóricas (aprofundamento na compreensão de algum conceito) ou práticas (possibilidade de aplicações técnicas). Conceber, particularmente, novas situações a investigar, sugeridas pelo estudo realizado.

É conveniente solicitar, por último, a elaboração de uma memória da resolução do problema, ou seja, da investigação realizada, que contribuiu para dar toda a importância que esta possui no processo de construção de conhecimentos. Esta pode ser a ocasião para uma recapitulação dos aspectos mais destacados da resolução do problema, tanto do ponto de vista metodológico como de qualquer outro. Tal memória se converte assim em um produto de interesse para a comunidade, superando a idéia de exercício escolar (destinado exclusivamente ao professor), o que implica em um indubitável papel motivador. Podemos assim incluir esta última proposta:

III.8 Elaborar uma memória que explique o processo de resolução e que destaque os aspectos de maior interesse no tratamento da situação considerada.

Incluir, em particular, uma reflexão global sobre o que o trabalho realizado pode ter abordado, do ponto de vista metodológico ou para incrementar a competência dos resolventes.

É conveniente salientar que as orientações precedentes não constituem um algoritmo que pretenda guiar passo a passo a atividade dos alunos. Muito ao contrário, trata-se de indicações genéricas destinadas a chamar a atenção contra certos “vícios metodológicos” não naturais: a tendência a cair em operativismos cegos ou a pensar em termos de certeza, o que se traduz em não pensar em possíveis caminhos alternativos de resolução ou em não pôr em dúvida e analisar os resultados, etc. Remeter-nos-emos para maior informação a outros trabalhos que incluem a “tradução” e resolução de numerosos problemas de Física e Química, assim como os resultados obtidos com alunos de Educação Secundária (Martinez Torregrosa, 1987; Gil e Martinez Torregrosa, 1987; Ramirez 1990; Reyes e Furió, 1988).

Digamos, para terminar, que temos tentado reiteradamente este esquema de questionamento das preconcepções docentes e do ensino habitual, neste e em outros domínios como o das práticas de laboratório, etc., com bons resultados. Obtém-se assim - através de um processo de investigação dirigida como o que temos descrito - a (re) construção pelos professores de propostas mais de acordo com o corpo de conhecimentos hoje disponível em Didática das Ciências.

Referências

- BULLEJOS, J. Análise de atividades em textos de física e química de 2º de BUP. Enseñanza de las Ciencias, v. 1, n. 3, p. 147-157, 1983.
- CHALMERS, A.F. What is this thing called science? Bristol: Open University, Milton Keynes, 1982. [Existe tradução para o castelhano.]
- DUMAS-CARRÉ, Gil e Goffard. Les élèves peuvent-ils résoudre des problèmes? Bulletin de L'Union des Physiciens, 1-28, p. 1289-1299, 1990.
- ELSHOUT, J.J. Problem solving and education, state of the art paper. Early conference Lewen. Junho de 1985.
- GARRET, R.M., SATTERLY, D., GIL, D., MARTINEZ TORREGROSA, J. Turning exercises into problems. An experimental study with teachers in training. International Journal of Science Education, v. 12, n. 1, p. 1-12, 1990.
- GIL, D. Aportações do problem-solving à aprendizagem significativa das ciências. In: ENCONTRO SOBRE EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 1, 1987, Braga, Portugal, p. 23-34. Atas...GIL, D., CARRASCOSA, J., FURIO, C., MARTINEZ

- TORREGROSA, J. A enseñanza de las ciencias en la educación secundaria. Barcelona: Horsori, 1991.
- GIL, D., DUMAS-CARRE, A., CAILLOT, M., MARTINEZ TORREGROSA, J. Paper and pencil problem solving in the physical sciences as an activity of research. Studies in Science Education, v. 18, p. 137-151, 1990.
- GIL, D., MARTINEZ TORREGROSA, J. A model for problem-solving in accordance with scientific methodology. European Journal of Science Education, v.5, n. 4, p. 447-455, 1983.
- _____. Problem-solving in Physics: a critical analysis. In: Research on Physics Education. Paris: CNRS, 1984.
- _____. La resolución de problemas de Física. Madrid: M.E.C., 1987.
- GIL, D., MARTINEZ TORREGROSA, J., SENENT, F. El fracaso en la resolución de problemas: una investigación orientada por nuevos supuestos. Enseñanza de las Ciencias, v. 6, n. 2, p. 131-146, 1988.
- GIL, D., PESSOA, A.M. Tendencias y experiencias innovadoras en la formación del profesorado de ciencias. Madrid: Organización de Estados Iberoamericanos. A ser publicado.
- JANSWEIJER, W., ELSHOUT, J., WEILINGER, B. Modeling the genuine beginner: on the multiplicity of learning to solve problems. Early conference. Tübingen. 1987.
- KRULIK, S.; RUDNICK, K. Problem solving in school mathematics. National council of teachers of mathematics (Year 800k). Virginia: Reston, 1980.
- PIAGET, J. A epistemologia genética. Barcelona: Redondo, 1970.
- RAMIREZ, L. La resolución de problemas de Física e Química como investigación en la enseñanza media, un instrumento de cambio metodológico. Barcelona: Universidad Autónoma de Barcelona, 1990.
- REIF, F. Teaching problem-solving. A scientific approach. The Physics Teacher, p. 477-478, maio de 1983.
- REYES e FURIÓ, C. Opinión de los profesores sobre las causas de fracasso escolar en la resolución de problemas de Química. In: JORNADAS PARA LA RENOVACIÓN METODOLOGICA DE LOS EE.MM. E C.S.,3. Bilbao: ICE, Universidad del País Vasco, 1988.